

5

## Kältegerät und Betriebsverfahren für ein Kältegerät

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Kältegerät mit zwei durch in einem gemeinsamen Kältemittelkreis angeordnete Verdampfer gekühlten Temperaturzonen und ein Verfahren zum Betrieb eines solchen Kältegeräts.

10

Bei Kältegeräten gelangt durch Luftaustausch über Türöffnungen Feuchtigkeit in das Innere des Kältegeräts. Diese Feuchtigkeit schlägt sich an Flächen nieder, an denen der Taupunkt unterschritten wird. Bei höherwertig ausgestatteten Kältegeräten kommen vermehrt Glasplatten als Abstellflächen zum Einsatz, an denen sich niederschlagende Feuchtigkeit besonders auffällig sichtbar wird. Ebenso schlägt sich die Feuchtigkeit aber auch an kalter Ware nieder, die dadurch, z.B. wenn sie in Papier eingewickelt ist, unmittelbar beeinträchtigt werden kann. Diese Probleme treten vor allem in Regionen bzw. bei Wetterlagen mit hoher Luftfeuchte bei gemäßigten Temperaturen sowie bei hohen Umgebungstemperaturen, also allgemein hauptsächlich in subtropisch/mediterranem bis tropischem Klima auf.

Um eine solche Betauung zu vermeiden bzw. zu begrenzen, werden vermehrt Ventilatoren in die Kühlräume von Kältegeräten eingebaut. Die von diesen erzeugten schnellen Luftströmungen reduzieren die Betauung.

15

20

25

Die durch einen solchen Ventilator erzeugten verstärkten Luftströmungen führen jedoch auch zu einer erhöhten Wärmeübergangszahl an den Oberflächen. So werden Wärme und Feuchtigkeit im Innern des Kühlraums schneller ausgetauscht, was zu einer an sich durchaus erwünschten gleichmäßigeren Verteilung der Temperatur und der Luftfeuchtigkeit im Kühlraum führt.

30

Die erhöhte Luftströmungsgeschwindigkeit verstärkt auch den Wärmeaustausch zwischen dem Kühlraum und dem zu dessen Kühlung vorgesehenen Verdampfer. D.h. die Verdampfungstemperatur des im Verdampfer zirkulierenden Kältemittels steigt, und die Kühlleistung des Verdampfers ist bei unveränderter Verdampfergeometrie größer als bei einem Kältegerät ohne Ventilator.

35

Dies führt zu Problemen, wenn ein Ventilator zum Verhindern des Betauens in einem Kältegerät mit zwei Temperaturzonen eingesetzt werden soll, bei dem die zwei Temperatur-

5 zonen durch in einem gemeinsamen Kältemittelkreis angeordnete Verdampfer gekühlt werden. Da beide Verdampfer von dem gleichen Kältemittelstrom nacheinander durchflossen werden, können sie, je nachdem, ob der Kältemittelkreislauf läuft oder nicht, jeweils nur beide gleichzeitig kühlen bzw. nicht kühlen. Kältegeräte mit einem Kältemittelkreislauf und zwei unterschiedlichen Temperaturzonen werden im allgemeinen nur durch  
10 einen Thermostaten in einer der Zonen geregelt. Dieser befindet sich normalerweise in der Zone mit der höheren Temperatur. Die Temperatur in der zweiten, kälteren Zone hängt dann zwangsläufig von der Thermostateinstellung bzw. von der Laufzeit des Kältemittelkreislaufs ab, die zur Einhaltung der gewünschten Temperatur in der ersten Zone notwendig ist. Durch geeignete Dimensionierung der Wärmetauscher kann die Temperatur  
15 in der zweiten Zone in gewissem Rahmen „eingestellt“ werden, sie hängt aber in jedem Falle von der Laufzeit des Kältemittelkreislaufs ab, die zur Einhaltung der Solltemperatur in der ersten Temperaturzone notwendig ist. D.h. die Temperatur in der zweiten Zone wird von den gleichen Größen beeinflusst wie die in der ersten Zone und ist abhängig von der dort gewählten Thermostateinstellung. Zu den Einflußgrößen gehört neben der  
20 Bedienhäufigkeit und der Beladung im wesentlichen die Umgebungstemperatur. Bei niedrigen Umgebungstemperaturen reicht die Laufzeit des Kältemittelkreislaufs nicht mehr aus, um die tiefer temperierte Zone ausreichend mit Kälte zu versorgen.

Wenn nun in der Zone mit der höheren Temperatur ein Ventilator vorgesehen wird, so  
25 kann dem bei der Dimensionierung der Verdampfer Rechnung getragen werden, in dem entsprechend der Verbesserung der Wärmeaustauscheffizienz durch die Luftströmung die Abmessungen des Verdampfers der wärmeren Zone reduziert werden. Eine Lösung des oben geschilderten Problems bringt dies jedoch noch nicht. Vielmehr führt eine übermäßige Verkleinerung des Verdampfers zu dem zusätzlichen Problem, dass die effektive Kühlleistung durch Kühlgut beeinträchtigt werden kann, welches den Strömungsweg der Luft  
30 zwischen Ventilator und Verdampfer blockiert. Wenn dies geschieht, verlängern sich die Laufzeiten des Verdampfers, die zum Aufrechterhalten der Solltemperatur in der wärmeren Zone erforderlich sind, die kältere Zone wird unterkühlt, und der Energieverbrauch steigt an.

35

Um auch bei niedrigeren Umgebungstemperaturen die Temperaturen in beiden Temperaturzonen jeweils in einem Sollbereich zu halten, ist ein aus EP-0-959 311 bekannter Lösungsansatz, in der höher temperierten Zone ein Heizelement vorzusehen, das in dem

5 Fall, dass eine in der tieferen Temperaturzone erfasste Temperatur einen vorgegebenen Grenzwert überschreitet, betrieben wird, um so künstlich einen zusätzlichen Wärmeeintrag in die Zone höherer Temperatur herbeizuführen, welcher dann dazu führt, dass der Kältemittelkreislauf in Gang gesetzt wird, um beide Zonen gemeinsam in einen gewünschten Temperaturbereich zu kühlen. Dieses Verfahren ist jedoch nicht vollauf befriedigend,  
10 da es zu einer erhöhten Leistungsaufnahme des Kältegerätes führt.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist, ein Betriebsverfahren für ein Kältegerät und ein Kältegerät anzugeben, die den Betrieb eines Ventilators in einer Temperaturzone des Kältegerätes erlauben, ohne dass dafür die Abmessungen des Verdampfers in dieser  
15 Zone übermäßig reduziert werden müssen. Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 bzw. ein Kältegerät mit den Merkmalen des Anspruchs 8. Durch intermittierenden Betrieb des Gebläses, wobei Standphasen des Gebläses wenigstens teilweise mit Laufphasen des Kältemittelkreislaufs zusammenfallen, wird erreicht, dass wenigstens während des Zusammenfallens die Effizienz des Wärmeaus-  
20 tauschs am Verdampfer die gleiche ist wie in einem Kältegerät ohne Gebläse, in der restlichen Zeit jedoch, die im allgemeinen den überwiegenden Anteil der Betriebszeit des Kältegeräts ausmachen wird, ist das Gebläse jedoch wirksam, um ein Betauen zu vermeiden.

Nach einer besonders einfachen Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass das  
25 Gebläse nur in Standphasen des Kältemittelkreislaufs läuft. Diese Lösung erfordert im Vergleich zu einem herkömmlichen thermostatgeregelten Kältegerät mit zwei von einem Kältemittelkreislauf gekühlten Temperaturzonen praktisch keinerlei zusätzlichen Regelaufwand.

30 Einer weiterentwickelten Ausgestaltung zufolge ist auch die Möglichkeit vorgesehen, dass Gebläse und Kältemittelkreislauf gleichzeitig laufen, allerdings wird der Anteil an der Betriebszeit des Kältegeräts, in dem dies der Fall ist, in Abhängigkeit von der Umgebungstemperatur des Kältegeräts festgelegt. Vorzugsweise wird dabei dieser Anteil um so größer festgelegt, je höher die Umgebungstemperatur ist. Auf diese Weise wird in einem ge-  
35 wissen Umfang einer Entkopplung der Temperaturen in den beiden Temperaturzonen voneinander erreicht; im Falle hoher Umgebungstemperaturen, wo der Wärmeeintrag von außen in beide Temperaturzonen hoch ist und die zur Aufrechterhaltung einer Solltemperatur in der wärmeren Temperaturzone nötigen Laufzeiten des Kältemittelkreislaufs so lang

5 sind, dass die Gefahr einer Unterkühlung der kälteren Zone resultiert, wird durch gleichzeitiges Laufen von Kältemittelkreislauf und Gebläse die Effizienz des Verdampfers verbessert, so dass die erforderlichen Laufzeiten des Kältemittelkreislaufs kürzer sind als ohne Gebläsebetrieb. Bei niedrigen Umgebungstemperaturen hingegen laufen der Kältemittelkreislauf und das Gebläse mit geringer bis gar keiner Überschneidung, so dass lange Laufzeiten des Kältemittelkreislaufs erreicht werden, die zur ausreichenden Kühlung  
10 auch der niedrigeren Temperaturzone genügen.

Eine andere, alternative oder ergänzende Möglichkeit ist, die Temperaturen in beiden Temperaturzonen des Kältegerätes zu erfassen, wobei eine der so erfassten Temperaturen zur Festlegung der Laufphasen des Kältemittelkreislaufs und die andere Temperatur  
15 zum Festlegen des Anteils an der Betriebszeit des Kältegeräts, in dem Gebläse und Kältemittelkreislauf gleichzeitig laufen, herangezogen wird.

Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen mit Bezug auf die beigefügten Figuren. Es zeigen:  
20

Fig. 1 ein Blockdiagramm eines Kältegeräts gemäß einer ersten, einfachen Ausgestaltung der Erfindung;

25 Fig. 2 ein analoges Blockdiagramm eines Kältegeräts, das weiter entwickelte Ausgestaltungen der Erfindung veranschaulicht;

Fig. 3 ein Zeitdiagramm, das Laufzeiten des Kältemittelkreislaufs und des Gebläses eines Kältegeräts gemäß Fig. 2 darstellt; und  
30

Fig. 4 ein Flussdiagramm eines von der Steuereinheit des Kältegeräts aus Fig. 2 durchgeführten Steuerverfahrens.

Fig. 1 ist eine schematische Darstellung eines Kombinations-Kältegerätes, an dem die vorliegende Erfindung verwirklicht ist. Ein Kühlfach 1 und ein Gefrierfach 2 bilden zwei Temperaturzonen des Kältegeräts. Ein Kältemittelkreislauf umfasst einen Verdichter 3, der ein verdichtetes Kältemittel nacheinander durch zwei Verdampfer 4, 5 des Gefrierfachs 2 bzw. des Kühlfachs 1 pumpt, sowie einen Wärmetauscher 6, den das in den Ver-  
35

5    dampfern 4, 5 entspannte Kühlmittel durchläuft, bevor es wieder in den Verdichter 3 eintritt. Der Betrieb des Verdichters 3 ist durch einen Schalter 8 gesteuert, dessen Schaltstellung von einem im Kühlfach 1 angeordneten Temperatursensor 7 gesteuert ist. Der Schalter 8 weist zwei Schaltstellungen auf, wobei in einer der beiden Stellungen der Verdichter 3 mit Strom versorgt wird und in der anderen ein im Kühlfach 1 angeordnetes Gebläse 9.  
10    Durch den Schalter 8 ist sichergestellt, dass Verdichter 3 und Gebläse 9 niemals gleichzeitig, sondern exakt im Gegenteil laufen. Während der Kältemittelkreislauf läuft, treten im Kühlfach daher allenfalls durch Konvektion verursachte, langsame Luftströmungen auf, so dass die Effektivität des Verdampfers 5 die gleiche ist, wie wenn das Gebläse 9 nicht vorhanden wäre. Der Verdampfer 5 kann daher eine große Fläche aufweisen, und es besteht keine Gefahr, dass durch eine ungeschickte Verteilung von Kühlgut im Kühlfach 1  
15    der Verdampfer 5 weitgehend blockiert und unwirksam gemacht wird. Andererseits läuft immer dann, wenn der Verdichter 3 ausgeschaltet ist, das Gebläse 9, so dass ein unerwünschtes Betauen von Ablageflächen und Kühlgut im Kühlfach 1 wirksam vermieden wird.

20

Bei der in Fig. 2 dargestellten Ausgestaltung eines erfindungsgemäßen Kältegeräts ist der Schalter 8 durch eine Steuereinheit 10 ersetzt. Diese Steuereinheit 10 nimmt zusammen mit einem im Kühlfach 1 angeordneten Temperatursensor 7 die Funktion des Thermostaten 7 und des Schalters 8 der Ausgestaltung aus Fig. 1 war. Zusätzlich ist die Steuereinheit 10 aber noch mit einem Außentemperatursensor 12 und/oder einem Gefrierfach-  
25    Temperatursensor 13 verbunden. Da nicht beide Temperatursensoren 12, 13 gleichzeitig vorhanden sein müssen, sind die Verbindungen zwischen diesen Sensoren und der Steuereinheit 10 in der Fig. gestrichelt dargestellt.

30    Es wird zunächst die Variante betrachtet, bei der der Kühlfachtemperatursensor 7 und der Außentemperatursensor 12 vorhanden sind.

Fig. 3 zeigt für diese Ausgestaltung schematisch Lauf- und Standphasen des Kältemittelkreislaufs (Zeile a) und des Gebläses (Zeile b) für drei unterschiedliche vom Sensor 12  
35    erfasste Außentemperaturwerte  $T_a$ ,  $T_b$ ,  $T_c$ , dargestellt in Zeile c.

Im Falle einer niedrigen Außentemperatur  $T_a$  ist der Wärmeeintrag von außen in Kühl- und Gefrierfach gering, und die Zeitabstände zwischen aufeinanderfolgenden Laufphasen

5 des Verdichters 3 sind relativ groß. Um in dieser Situation eine ausreichende Kühlung auch des Gefrierfachs zu gewährleisten, soll die nötige Verdichterlaufzeit nicht noch zusätzlich durch Laufen des Gebläses 9 verkürzt werden. Gebläse und Verdichter laufen daher exakt im Gegenteil.

10 Im Falle einer höheren Außentemperatur  $T_b$  verkürzt sich der Zeitabstand zwischen aufeinanderfolgenden Laufphasen des Verdichters, und der Anteil der Verdichter-Laufphasen an der Gesamtbetriebszeit des Kältegeräts nimmt zu. Der Kühlungsbedarf des Gefrierfachs 2 nimmt aber nicht im gleichen Maße zu wie der des Kühlfachs, so dass bei einer zu langen Laufzeit des Verdichters die Gefahr einer Unterkühlung des Gefrierfachs 2 besteht. Diese Gefahr wird hier jedoch dadurch vermieden, dass während der Laufphasen  
15 des Verdichters 3 das Gebläse mit einem Tastverhältnis  $d$  ein- und ausgeschaltet wird, wobei der genaue Zahlenwert des Tastverhältnisses  $d$  von dem Wert der gemessenen Außentemperatur abhängt. Durch den zeitweiligen Gebläsebetrieb in den Laufphasen des Verdichters 3 verkürzen sich diese, so dass der Kälteeintrag in das Gefrierfach 2 einen  
20 geeigneten Wert annimmt.

Im Falle einer abermals höheren Außentemperatur  $T_c$  kann dieses Tastverhältnis  $d$  schließlich den Wert 1 erreichen, d.h. das Gebläse 9 läuft durchgehend, unabhängig davon, ob der Verdichter 3 läuft oder nicht.

25

Geeignete Werte für  $d$  als Funktion der Außentemperatur können experimentell ermittelt und z.B. in Form einer Tabelle in der Steuereinheit 10 abgespeichert sein.

Ein alternatives Betriebsverfahren, das in einem Kältegerät mit Gefrierfach-  
30 Temperatursensor 13 durchführbar ist, wird anhand des Flussdiagramms von Fig. 4 beschrieben. Zunächst wird in Schritt S1 ein Startwert  $d_0$  für das Tastverhältnis  $d$  festgelegt. Dieser Wert kann willkürlich gewählt sein, da er im Laufe des Betriebs des Kältegeräts gegen einen günstigen Wert konvergiert.

35 Wenn eine Überprüfung S2 der Kühlfachtemperatur  $T_1$  ergibt, dass diese einen oberen Rand  $T_1^*$  eines zulässigen Temperaturintervalls überschreitet, so schaltet die Steuereinheit 10 den Kältemittelkreislauf ein (S3); gleichzeitig wird das Gebläse 9 mit dem festgelegten Tastverhältnis  $d$  betrieben (S4). Dies wird so lange fortgesetzt, bis eine Überprü-

- 5      fung S5 ergibt, dass die Temperatur  $T_1$  die untere Grenze  $T_1^-$  des zulässigen Temperaturintervalls des Kühlfachs 1 erreicht oder unterschritten hat.

Anschließend wird geprüft, ob auch die Temperatur  $T_2$  des Gefrierfachs 2 im zulässigen Intervall liegt. Ist dessen obere Grenze  $T_2^+$  überschritten (S6), so zeigt dies, dass das Gefrierfach 2 nicht ausreichend mit Kälte versorgt wird, und dass daher längere Laufzeiten  
10      des Kältemittelkreislaufs wünschenswert wären. Folglich wird in Schritt S7 das Tastverhältnis  $d$  dekrementiert, um genau dies zu erreichen. Stellt sich umgekehrt in Schritt S8 heraus, dass die Temperatur  $T_2$  die untere Grenze  $T_2^-$  des zulässigen Intervalls unterschreitet, so wird in Schritt S9 das Tastverhältnis  $d$  inkrementiert. Wenn die Temperatur  $T_2$   
15      im Intervall  $[T_2^-, T_2^+]$  liegt, so ist das Tastverhältnis  $d$  korrekt und bleibt unverändert.

Anschließend kehrt die Steuerung zu Schritt S2 zurück. Auf diese Weise konvergiert im Verlauf mehrerer Laufphasen des Kältemittelkreislaufs das Tastverhältnis  $d$  gegen einen Wert, der eine angemessene Kühlung des Gefrierfachs gewährleistet, und wenn sich z.B.  
20      in Folge einer Veränderung der Umgebungstemperatur der Kühlungsbedarf des Gefrierfachs ändert, so wird das Tastverhältnis  $d$  diesem veränderten Bedarf automatisch angeglichen.

Die Schrittweite der Inkrementierung oder Dekrementierung in Schritt S9 bzw. S7 kann  
25      proportional zur Differenz zwischen  $T_2$  und einer Temperatur im Intervall  $[T_2^-, T_2^+]$ , z.B.  $(T_2^- + T_2^+)/2$ , festgelegt werden, um so bei starken Sollabweichungen eine schnelle Konvergenz von  $d$  und bei kleinen Sollabweichungen eine feinfühlige Regelung, die nicht zu Oszillationen von  $d$  führt, zu erreichen.

Selbstverständlich ist es auch möglich, das Kältegerät sowohl mit dem Außentemperatursensor 12 als auch mit dem Gefrierfachtemperatursensor 13 auszustatten. Dies erlaubt es, jeweils für einzelne Werte der Außentemperatur eine Anpassung des Tastverhältnisses  $d$  mit dem in Fig. 4 gezeigten Verfahren durchzuführen und die so für unterschiedliche Außentemperaturen erhaltenen Werte des Tastverhältnisses in der Steuereinheit 10 zu  
30      speichern. So kann die Steuereinheit 10 bei einer Änderung der Außentemperatur jeweils, so bald diese erfasst wird, das für diese Außentemperatur angemessene Tastverhältnis  $d$  einstellen und auf diese Weise eine schnellere Regelung der Gefrierfachtemperatur erreichen.  
35

5

## Patentansprüche

- 10 1. Verfahren zum Betreiben eines Kältegeräts mit zwei durch in einem gemeinsamen Kältemittelkreislauf (3, 4, 5, 6) angeordnete Verdampfer (4, 5) gekühlten Temperaturzonen (1, 2), von denen eine erste (1) mit einem Gebläse (9) ausgerüstet ist, bei dem zum Halten der Temperaturen der Temperaturzonen (1, 2) in ihren jeweiligen Sollbereichen der Kältemittelkreislauf (3, 4, 5, 6) abhängig von einer in einer der Temperaturzonen gemessenen Temperatur intermittierend betrieben wird, dadurch gekennzeichnet, dass das Gebläse (9) intermittierend betrieben wird, und dass Lauf- und Standphasen des Kältemittelkreislaufs (3, 4, 5, 6) und des Gebläses (9) so festgelegt werden, dass Laufphasen des Kältemittelkreislaufs (3, 4, 5, 6) wenigstens teilweise mit Standphasen des Gebläses (9) zusammenfallen.
- 20 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ferner Laufphasen des Gebläses (9) wenigstens teilweise mit Standphasen des Kältemittelkreislaufs (3, 4, 5, 6) zusammenfallen.
- 25 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Gebläse (9) nur in Standphasen des Kältemittelkreislaufs (3, 4, 5, 6) läuft.
- 30 4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Anteil an der Betriebszeit des Kältegeräts, in dem Gebläse (9) und Kältemittelkreislauf (3, 4, 5, 6) gleichzeitig laufen, in Abhängigkeit von der Umgebungstemperatur des Kältegeräts festgelegt wird.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Anteil um so größer festgelegt wird, je höher die Umgebungstemperatur ist
- 35 6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Dauer der Laufphasen des Kältemittelkreislaufs anhand einer in einer



- 5            der Temperaturzonen (1) gemessenen Temperatur festgelegt wird, und dass der Anteil an der Betriebszeit des Kältegeräts, in dem Gebläse (9) und Kältemittelkreislauf (3, 4, 5, 6) gleichzeitig laufen, in Abhängigkeit von einer in der jeweils anderen Temperaturzone (2) gemessenen Temperatur festgelegt wird.
- 10    7.        Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Temperaturzone (2) einen niedrigeren Temperatur-Sollbereich als die erste Temperaturzone (1) hat, und dass der Anteil um so kleiner festgelegt wird, je höher die in der zweiten Temperaturzone (2) gemessene Temperatur ist.
- 15    8.        Kältegerät mit zwei durch in einem gemeinsamen Kältemittelkreislauf (3, 4, 5, 6) angeordnete Verdampfer (4, 5) gekühlten Temperaturzonen (1, 2), von denen eine erste (1) mit einem Gebläse (9) ausgerüstet ist, und einer Steuereinrichtung (8, 10), die zum Halten der Temperaturen der Temperaturzonen (1, 2) in ihren jeweiligen Sollbereichen den Kältemittelkreislauf (3, 4, 5, 6) abhängig von einer in  
20        einer der Temperaturzonen (1) gemessenen Temperatur intermittierend betreibt, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinrichtung (8, 10) das Gebläse (9) intermittierend betreibt, so dass Laufphasen des Kältemittelkreislaufs (3, 4, 5, 6) wenigstens teilweise mit Standphasen des Gebläses (9) zusammenfallen.
- 25    9.        Kältegerät nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass ein Sensor (12) zum Erfassen der Umgebungstemperatur des Kältegeräts mit der Steuereinrichtung (10) verbunden ist.
- 30    10.       Kältegerät nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass jeweils ein Sensor (7, 13) zum Erfassen der Temperatur in jeder der Temperaturzonen (1, 2) mit der Steuereinrichtung (10) verbunden ist.